

**(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

**Offenlegungsschrift**  
**DE 101 58 581 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 M 8/04**  
H 01 M 8/24

② Aktenzeichen: 101 58 581.0  
 ② Anmeldetag: 29. 11. 2001  
 ④ Offenlegungstag: 20. 6. 2002

(30) Unionspriorität:  
09/726,798 30.11.2000 US

(71) Anmelder:  
Plug Power, Inc., Latham, N.Y., US

(74) Vertreter:  
Zenz, Helber, Hosbach & Partner, 45128 Essen

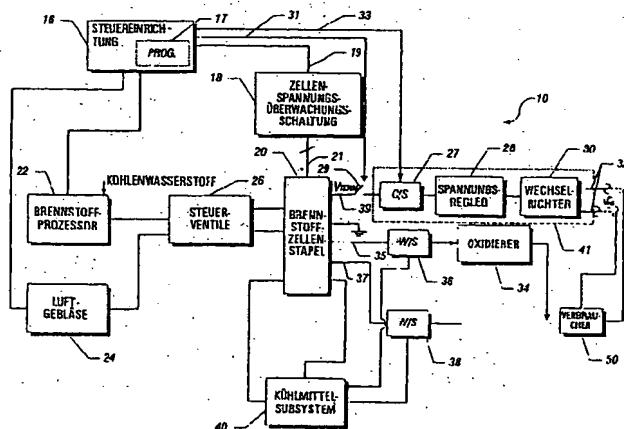
(72) Erfinder:  
Lacy, Robert A., Scotia, N.Y., US; James, David E.,  
Latham, N.Y., US

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

**Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt**

⑤4 Brennstoffzellensystem und Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellenstapels

57 Die Anordnung (10) enthält ein Brennstoffzellensubsystem (20), eine erste Schaltung (29) und eine zweite Schaltung (18). Das Brennstoffzellensubsystem (20) erzeugt für einen Verbraucher (50) Energie, und zwar in Abhängigkeit von der Aufnahme eines Reaktantenstroms. Die erste Schaltung (29) ist mit dem Brennstoffzellensubsystem (20) gekoppelt, um den Strom zu dem Brennstoffzellensubsystem (20) zu unterbrechen und das Brennstoffzellensubsystem (20) von dem Verbraucher (50) zu entkoppeln. Die zweite Schaltung (18) überwacht eine Kenngröße des Brennstoffzellensubsystems (20) und empfängt Energie von dem Brennstoffzellensubsystem (20), um einen Teil des Reaktanten zu verbrauchen, der nach der Unterbrechung des Stroms in dem Brennstoffzellensubsystem (20) zurückbleibt.

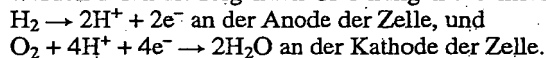


**DE 101 58 581 A 1**

**DE 101 58 581 A 1**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellenstapels sowie ein Brennstoffzellensystem und eine Brennstoffzellenanordnung.

**[0002]** Eine Brennstoffzelle ist ein elektrochemisches Bauelement, das durch eine Reaktion erzeugte chemische Energie direkt in elektrische Energie umwandelt. Beispielsweise umfaßt eine Art von Brennstoffzellen eine Protonenaustauschmembran (PEM; Proton Exchange Membrane), die häufig Polymerelektrolytmembran genannt wird und die nur Protonen das Wandern zwischen einer Anode und einer Kathode der Brennstoffzelle gestattet. An der Anode wird zweiatomiger Wasserstoff (ein Brennstoff) oxidiert und erzeugt dabei Wasserstoffprotonen, welche durch die PEM hindurchtreten. Die durch diese Oxidation erzeugten Elektronen fließen durch eine Schaltung, die sich außerhalb der Brennstoffzelle befindet, wobei sie einen elektrischen Strom bilden. An der Kathode wird Sauerstoff reduziert, wobei er mit den Wasserstoffprotonen reagiert und wobei Wasser gebildet wird. Die anodischen und kathodischen Reaktionen werden durch die folgenden Gleichungen beschrieben:



**[0003]** Eine typische Brennstoffzelle weist eine Anschlußspannung von ungefähr 1 Volt Gleichspannung auf. Zur Erzeugung erheblich höherer Spannungen können mehrere Brennstoffzellen zusammengesetzt werden, wobei sie eine Brennstoffzellenstapel genannte Anordnung bilden, bei der die Brennstoffzellen miteinander elektrisch in Reihe geschaltet sind, um eine höhere Gleichspannung (beispielsweise eine Gleichspannung von ungefähr 100 Volt) und eine größere Energiemenge bereitzustellen.

**[0004]** Der Brennstoffzellenstapel kann Flußplatten (beispielsweise Graphitverbund- oder Metallplatten) umfassen, die aufeinander gestapelt sind und die jeweils mehr als einer Brennstoffzelle des Stapels zugeordnet sein können. Die Platten können verschiedene Fließkanäle und Öffnungen aufweisen, um beispielsweise die Reaktanten und Reaktionsprodukte durch den Brennstoffzellenstapel zu leiten. Mehrere (jeweils einer bestimmten Brennstoffzelle zugeordnete) PEMs können zwischen den Anoden und Kathoden der verschiedenen Brennstoffzellen im Stapel verteilt sein. Elektrisch leitfähige Gasdiffusionsschichten (GDLs; Gas Diffusion Layers) können auf beiden Seiten jeder PEM angeordnet sein und die Anoden und die Kathoden jeder Brennstoffzelle bilden. Auf diese Weise können Reaktantengase von beiden Seiten der PEM die Fließkanäle verlassen und durch die GDLs diffundieren, um die PEM zu erreichen. Die PEM und ihr angrenzendes Elektrodenpaar werden oft zu einer Membran-Elektroden-Einheit (EMA; Membrane Electrode Assembly) genannten Anordnung zusammengefaßt.

**[0005]** Ein Brennstoffzellensystem kann automatisch oder manuell abgeschaltet werden, um das System zu reparieren oder um Routine-Wartungsarbeiten an dem System auszuführen. Ein derartiges Abschalten kann jedoch aufgrund des nach dem Abschalten in dem Brennstoffzellenstapel zurückbleibenden Restbrennstoffs problematisch sein. Tatsächlich handelt es sich bei dem Restbrennstoff beispielsweise um potentielle Energie. Diese kann dazu führen, daß ein Techniker bei dem Versuch, das System zu warten, einen elektrischen Schlag bekommen kann. Ein weiteres Beispiel für mögliche von dem Restbrennstoff verursachte Probleme ist, daß der Restbrennstoff nicht den erforderlichen stöchiometrischen Verhältnissen entspricht und somit dazu führen kann, daß an einigen der Zellen des Brennstoffzellenstapels negative Spannungen anliegen und diese in einen instabilen

und möglicherweise unsicheren Zustand übergehen, in welchem diese Zellen Wasserstoff auf der falschen Seite der Zellen erzeugen können.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, wenigstens einen der oben genannten Nachteile zu vermeiden.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellenstapels mit den Merkmalen des Anspruchs 1, durch ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 10 und durch eine Brennstoffzellenanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 22.

**[0008]** Bei einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel enthält eine Anordnung ein Brennstoffzellensubsystem, eine erste Schaltung und eine zweite Schaltung. Das Brennstoffzellensubsystem erzeugt in Abhängigkeit von der Aufnahme eines Reaktantenstroms Energie für einen Verbraucher bzw. eine Last. Die erste Schaltung ist mit dem Brennstoffzellensubsystem gekoppelt, um den Strom zum Brennstoffzellenstapel zu unterbrechen und den Brennstoffzellenstapel nach der Unterbrechung des Stroms von dem Verbraucher zu trennen. Die zweite Schaltung überwacht eine Kenngröße des Brennstoffzellensubsystems und empfängt Energie von dem Stapel, um einen Teil des Reaktanten zu verbrauchen, welcher in dem Stapel zurückbleibt, wenn der Strom unterbrochen wird.

**[0009]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

**[0010]** Im folgenden wird die Erfindung anhand von in den Zeichnungen dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispielen beschrieben. In den Zeichnungen zeigen:

**[0011]** Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems;

**[0012]** Fig. 2 ein Ablaufdiagramm, das eine erfindungsgemäße Technik zum Verbrauch des Restbrennstoffs eines Brennstoffzellenstapels nach Fig. 1 veranschaulicht;

**[0013]** Fig. 3 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Zellenspannungsmeßschaltung des Systems nach Fig. 1.

**[0014]** Gemäß Fig. 1 umfaßt ein Ausführungsbeispiel eines Brennstoffzellensystems 10 nach der Erfindung einen Brennstoffzellenstapel 20, der Energie für einen Verbraucher 50 (beispielsweise einen Verbraucher in einem Haushalt) erzeugen kann, und zwar in Abhängigkeit von den Brennstoff- und Oxidationsmittelreaktantenströmen, die von einem Brennstoffprozessor 22 bzw. einem Luftgebläse 24 geliefert werden. Es ist möglich, daß das Brennstoffzellensystem 10 im Verlauf des normalen Betriebs von dem Energieerzeugungsmodus in einen Abschaltmodus übergeht. In diesem Modus schaltet das System 10 den Brennstoffprozessor 22 und das Luftgebläse 24 ab, so daß die Oxidationsmittel- und Brennstoffströme des Brennstoffzellenstapels 20 unterbrochen werden.

**[0015]** In dem Abschaltmodus öffnet das Brennstoffzellensystem 10 einen Schalter 29 (beispielsweise ein Relais), um die elektrische Verbindung zwischen dem Brennstoffzellenstapel 20 und dem Verbraucher 50 zu unterbrechen und den Verbraucher 50 auf diese Weise von dem Stapel 20 zu entkoppeln. Der Abschaltmodus kann aus verschiedenen Gründen erforderlich sein, beispielsweise um die Energieerzeugung des Brennstoffzellensystems 10 abzuschalten, damit Reparaturen oder Routinewartungen an dem System 10 ausgeführt werden können.

**[0016]** Obwohl der Brennstoffprozessor 22 abgeschaltet wurde, ist es möglich, daß Restbrennstoff für eine beträchtliche Zeiddauer in dem Brennstoffzellenstapel 20 zurückbleibt, sofern dem System 10 nicht das unten beschriebene Sicherheitsschema auferlegt wird. Folglich wird hier ein Sicherheitsschema zum schnellen Entfernen von Restbrenn-

stoff aus dem Brennstoffzellenstapel 20 beschrieben, um den Stapel 20 schnell in einen sicheren Zustand zu überführen.

[0017] Ein derartiges erfindungsgemäßes Sicherheitschema bzw. eine entsprechende Technik zum Verbrauch des Restbrennstoffs im Stapel 20 umfaßt den fortlaufenden Betrieb einer Schaltung des Systems 10, nachdem das System 10 in den Abschaltmodus übergegangen ist. Dabei kann die Schaltung während des Energieerzeugungsmodus des Systems 10 zur Ausführung einer bestimmten Funktion verwendet werden. Beispielsweise kann die Schaltung verwendet werden, um eine Kenngröße (beispielsweise Zellenspannungen) des Brennstoffzellenstapels 20 zu überwachen, um andere Arbeitsvorgänge des Brennstoffzellensystems 10 zu überwachen und/oder um die Steuerung des Betriebs des Systems 10 während des Energieerzeugungsmodus des Systems 10 allgemein zu unterstützen. Die Schaltung entnimmt dem Brennstoffzellenstapel 20 Energie, um diese Funktionen auszuführen. Obwohl die Schaltung im Abschaltmodus nicht zur Ausführung der von der Schaltung im Energieerzeugungsmodus ausgeführten Funktionen verwendet werden kann, dient die Schaltung im Abschaltmodus weiterhin als Energieverbraucher und verbraucht Restbrennstoff in dem Brennstoffzellenstapel 20.

[0018] Ein möglicher Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß der Brennstoffzellenstapel 20 aufgrund des schnellen Verbrauchs des Restbrennstoffs schneller in einen sicheren Betriebszustand überführt werden kann als Stapel von herkömmlichen Brennstoffzellensystemen. Weitere Vorteile sind denkbar.

[0019] Bei einigen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen enthält die oben beschriebene Schaltung eine Zellenspannungsüberwachungsschaltung 18. Die Zellenspannungsüberwachungsschaltung 18 ist (über elektrische Leitungen 21) mit einem oder mehreren Zellenanschlüssen des Brennstoffzellenstapels 20 gekoppelt, um deren Betriebsleistung und die Zellenspannungen angegebene Signale zu empfangen. Auf diese Weise tastet die Schaltung 18 während des Energieerzeugungsmodus des Systems 10 die Spannungen des Stapels 20 ab und liefert die Zellenspannungen und/oder den Status des Stapels 20 angegebene Signale über einen seriellen Bus 19 an eine Systemsteuereinrichtung 16 (des Systems 20). Beispielsweise kann die Steuereinrichtung 16 einen Mikrocontroller oder einen Mikroprozessor enthalten.

[0020] Wenn ein herkömmliches Brennstoffzellensystem von seinem Energieerzeugungsmodus in seinen Abschaltmodus übergeht, schaltet das herkömmliche System alle Schaltungen ab, die für den Betrieb des Systems im Energieerzeugungsmodus verwendet werden. Dabei kann das herkömmliche System eine Spannungsprüfschaltung enthalten, um ein Spannungsstatussignal zu erzeugen, welches derartige Schaltungen abschaltet, wenn die Anschlußspannung des Stapels unter einen vorgegebenen Betriebspegel sinkt.

[0021] Anders als bei herkömmlichen Anordnungen erlaubt es das Brennstoffzellensystem 10 der Zellenspannungsüberwachungsschaltung 18, ihren Betrieb im Abschaltmodus fortzusetzen, als würde sich das System 10 im Energieerzeugungsmodus befinden. Wenn der Restbrennstoff in dem Brennstoffzellenstapel 20 verbraucht wird, sinkt die Anschlußspannung des Stapels 20 auf einen Punkt, bei dem die von der Zellenspannungsüberwachungsschaltung 18 empfangene(n) Versorgungsspannung oder -spannungen aus der Regelung herausfallen, wobei dies zu einer Fehlfunktion der Zellenspannungsüberwachungsschaltung 18 führt. Jedoch dient der fortlaufende Betrieb der Zellenspannungsüberwachungsschaltung 18 während des Abschaltmodus der Energieentnahme zum Verbrauch des Restbrennstoffs in dem Brennstoffzellenstapel 20. Daher ist die

Steuereinrichtung 16 so programmiert, daß sie während des Abschaltmodus die Spannungen und/oder den Stapelstatus ignoriert, der von der Zellenspannungsüberwachungsschaltung 18 angezeigt wird.

[0022] Bei einigen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen verwendet das Brennstoffzellensystem 10 eine in Fig. 2 dargestellte Technik, um den Restbrennstoff zu verbrauchen. Die Steuereinrichtung 16 kann beispielsweise ein Programm 17 (beispielsweise in einem Speicher der Steuereinrichtung 16) speichern, welches die Steuereinrichtung 16 zur Steuerung der entsprechenden Schaltung zur Realisierung der Technik 100 ausführt. Dabei kann das Programm 17 eine Routine sein, die die Steuereinrichtung 16 ausführt, wenn das Brennstoffzellensystem 10 automatisch oder manuell abgeschaltet werden soll. Ein solches Abschalten kann beispielsweise erforderlich sein, um das Brennstoffzellensystem 10 für eine planmäßige Wartung vorzubereiten, oder das Abschalten kann in Abhängigkeit von einem detektierten Fehler des Systems 10 erfolgen. Darüber hinaus kann es weitere Gründe für das Abschalten des Brennstoffzellensystems 10 geben.

[0023] Beim Ausführen des Programms 17 schaltet die Steuereinrichtung 16 den Brennstoffprozessor 22 ab (Block 102 gemäß Fig. 2), um den Brennstoffstrom zum Brennstoffzellenstapel 20 zu unterbrechen, und versetzt das Brennstoffzellensystem 10 in den Abschaltmodus. Die Steuereinrichtung 16 entkoppelt (Block 104) ferner den Verbraucher 50 von dem Brennstoffzellenstapel 20. Gemäß einigen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen kann die Steuereinrichtung 16 beispielsweise den Schalter 29 (über eine Schaltsteuerleitung 31) öffnen, wobei der Schalter mit einem Hauptausgangsanschluß 39 des Stapels 20 gekoppelt ist und die Energieübertragung von dem Brennstoffzellenstapel 20 zum Verbraucher 50 steuert. Auf diese Weise liefert der Ausgangsanschluß 39 eine ( $V_{TERM}$  genannte) Stapelanschlußspannung, die eine Spannungsaufbereitungsschaltung 41 des Systems 10 empfängt und in die richtige Wechselspannung für den Verbraucher 50 umwandelt. Da der Schalter 29 zwischen dem Anschluß 39 und dieser Spannungsaufbereitungsschaltung 41 angeordnet ist, wird der Verbraucher 50 beim Öffnen des Schalters 29 vom Brennstoffzellenstapel 20 entkoppelt, und der Verbraucher 50 wird beim Schließen des Schalters 29 mit dem Brennstoffzellenstapel 20 gekoppelt.

[0024] Wenn die Steuereinrichtung 16 den Schalter 29 öffnet, wird die Spannungsaufbereitungsschaltung 41 daher entaktiviert. Die Spannungsüberwachungsschaltung 18 arbeitet jedoch weiter und entnimmt daher weiter Energie von dem Stapel 20, um den Restbrennstoff zu verbrauchen. Obwohl die von dem Stapel 20 gelieferte Energie ggf. nicht ausreicht, um das ordnungsgemäße Funktionieren der Zellenspannungsüberwachungsschaltung 18 solange zu sichern, entnimmt die Schaltung 18 solange weiter Energie, bis der Restbrennstoff verbraucht ist, wie in der Raute 107 gemäß Fig. 2 dargestellt ist.

[0025] Es wird nun auf Fig. 1 Bezug genommen. Bei einigen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen enthält die Spannungsaufbereitungsschaltung 41 einen Stromsensor 27, der auf der dem Anschluß 39 gegenüberliegenden Seite mit dem Anschlußschalter 29 gekoppelt ist. Wenn der Schalter 29 geschlossen ist, liefert der Stromsensor 27 auf diese Weise (über eine elektrische Leitung 33) ein denjenigen Strom anzeigendes Signal, der von dem Brennstoffzellenstapel 20 entnommen wird. Auf diese Weise kann die Steuereinrichtung 16 mit Hilfe des Stromsensors 27 und der Zellenspannungsüberwachungsschaltung 18 die Zellenspannungen und die Zustände des Stapels 20 während des Energieerzeugungsmodus überwachen.

[0026] Der Eingangsanschluß eines Spannungsreglers 28 der Spannungsaufbereitungsschaltung 41 ist mit dem Ausgangsanschluß des Stromsensors 27 gekoppelt. Wenn sich das System 10 im Energieerzeugungsmodus befindet, empfängt der Spannungsregler 28 ungefähr die Gleichspannung  $V_{\text{TERM}}$  vom Anschluß 39 des Brennstoffzellenstapels 20 und wandelt diese Eingangsgleichspannung in eine geregelte Ausgangsgleichspannung um, welche der Regler 28 an einen Wechselrichter 30 (der Spannungsaufbereitungsschaltung 41) anlegt. Die Ausgangsanschlüsse 32 des Wechselrichters 30 liefern dem Verbraucher 50 eine Wechselnetzspannung.

[0027] Neben weiteren Merkmalen des Brennstoffzellensystems 10 weist das System 10 bei manchen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen ein Kühlmittelsubsystem 40 auf, das ein Kühlmittel durch den Brennstoffzellenstapel 20 zirkulieren läßt, um die Temperatur des Stapels 20 zu regeln. Das Kühlmittelsubsystem 40 empfängt seine Betriebsspannung vom Brennstoffzellenstapel 20 und kann bei manchen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen abgeschaltet werden, wenn das Brennstoffzellensystem 10 in den Abschaltmodus übergeht. Das Brennstoffzellensystem 10 kann außerdem Steuerventile 26 enthalten, die die Oxidationsmittel- und Luftströme in den Brennstoffzellenstapel 20 regeln und eine Notabschaltung der Ströme ermöglichen. Das Brennstoffzellensystem 10 kann außerdem Gas-/Wasserseparatoren 36 und 38 enthalten, um Wasser aus den Strömen des Systems 10 zu entfernen, beispielsweise aus den Auslaßoxidationsmittel- und Brennstoffströmen des Brennstoffzellenstapels 20. Die Gas-/Wasserseparatoren 36 und 38 können bei einigen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen das gesammelte Wasser an einen Wassertank des Kühlmittelsubsystems 40 weiterleiten. Das Brennstoffzellensystem 10 kann ferner einen Oxidierer 34 enthalten, um Abgasbrennstoff (von dem Brennstoffzellenstapel 20) zu oxidieren, der in Zellenreaktionen nicht verbraucht wurde.

[0028] Es wird nun auf Fig. 3 Bezug genommen. Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Zellenspannungsüberwachungsschaltung 18 verschiedene Spannungsregler 150 enthalten, von denen jeder eine von der Spannung über eine oder mehrere Zellen gebildete Eingangsspannung empfängt und eine Gleichspannung an seinem Ausgangsanschluß 154 liefert. Die Spannungen an den Ausgangsanschlüssen 154 werden wiederum von verschiedenen Komponenten der Zellenspannungsüberwachungsschaltung 18 zur Stromversorgung dieser Komponenten empfangen. Zu diesen Komponenten können beispielsweise Spannungsabtasteinheiten 156 gehören, von denen jede die Spannung einer bestimmten Gruppe von Zellen abtastet. Die Spannungsabtasteinheiten 156 können Massen haben, die auf verschiedene Zellenanschlüsse des Brennstoffzellenstapels 20 bezogen sind, wie im US-Patent Nr. 6,140,820 mit dem Titel "MEASURING CELL VOLTAGES OF THE FULL STACK", erteilt am 31. Oktober 2000, beschrieben ist. Die Zellenspannungsüberwachungsschaltung 18 kann ferner eine Schnittstelle 158 enthalten, welche die abgetasteten Spannungen anzeigende Signale von den Spannungsabtasteinheiten 156 empfängt. Diese Schnittstelle 158 kann (über einen Bus 161) mit einer seriellen Busschnittstelle 162 der Schaltung 18 gekoppelt sein. Dabei kann ein Mikroprozessor 160 (der Schaltung 18) mit dem Bus 161 gekoppelt sein, um die serielle Busschnittstelle 162 so zu steuern, daß sie die Zellenspannungen und/oder den Status des Stapels 20 anzeigende Signale über den seriellen Bus 19 an die Steuereinrichtung 16 überträgt.

[0029] Andere Ausführungsbeispiele fallen unter den Schutzbereich der beigefügten Ansprüche. Beispielsweise kann eine andere Schaltung als die Zellenspannungsüberwa-

chungsschaltung 18 bei anderen Ausführungsformen der Erfindung zum Verbrauch des Restbrennstoffs verwendet werden. Dabei kann die Schaltung im Energieerzeugungsmodus zur Ausführung bestimmter Funktionen dienen und im Abschaltmodus zum Verbrauch des Restbrennstoffs im Brennstoffzellenstapel 20.

[0030] Während die Erfindung anhand einer begrenzten Anzahl von Ausführungsformen offenbart wurde, werden Fachleute, denen diese Beschreibung vorliegt, deren zahlreiche Modifikationen und Variationen erkennen. Die beigefügten Ansprüche sollen alle diese Modifikationen und Variationen als unter den Erfindungsgedanken und den Schutzbereich der Erfindung fallend umfassen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellenstapels, wobei dem Brennstoffzellenstapel ein Reaktantenstrom zugeführt wird und der Brennstoffzellenstapel veranlaßt wird, Energie für einen Verbraucher zu erzeugen; eine Schaltung während der Reaktantenstromzufuhr von dem Brennstoffzellenstapel gespeist wird und die Schaltung zur Ausführung einer mit dem Betrieb des Brennstoffzellenstapels verbundenen Funktion verwendet wird; der Reaktantenstrom zu dem Brennstoffzellenstapel unterbrochen wird; der Brennstoffzellenstapel nach dem Unterbrechen des Reaktantenstroms von dem Verbraucher entkoppelt wird; und die Schaltung weiter betrieben wird, während der Brennstoffzellenstapel von dem Verbraucher entkoppelt ist, um einen Teil des in dem Brennstoffzellenstapel zurückbleibenden Reaktanten zu verbrauchen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltung verwendet wird, um eine Kenngröße des Stapels zu überwachen.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Kenngröße eine dem Stapel zugeordnete Spannung verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktant einen Brennstoff enthält.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktant Wasserstoff enthält.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Betrieb der Schaltung den Schritt umfaßt, daß von der Schaltung gelieferte Ausgangssignale ignoriert werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Strom in Abhängigkeit von der Verwendung der Schaltung gesteuert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Entkoppeln den Betrieb eines Schalters zum Entkoppeln des Verbrauchers von dem Stapel umfaßt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Entkoppeln umfaßt, daß eine Spannungsaufbereitungsschaltung von dem Stapel entkoppelt wird.
10. Brennstoffzellensystem, mit einer Brennstoffquelle zur Lieferung eines Reaktantenstroms; einem Brennstoffzellenstapel (20), um den Strom aufzunehmen und in Abhängigkeit von der Aufnahme des Stroms Energie für einen Verbraucher (50) zu erzeugen.

gen;  
 einer ersten Schaltung zur Wechselwirkung mit der Brennstoffquelle, um den Strom zum Brennstoffzellenstapel (20) zu unterbrechen und den Brennstoffzellenstapel nach der Stromunterbrechung von dem Verbraucher (50) zu entkoppeln; und  
 mit einer zweiten Schaltung zur Ausführung einer mit dem Betrieb des Brennstoffzellenstapels (20) verbundenen Funktion, die Energie von dem Stapel empfängt, um während der Stromunterbrechung einen Teil des Reaktanten zu verbrauchen, der in dem Stapel zurückbleibt.  
 11. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffquelle einen Brennstoffprozessor (22) umfaßt.  
 12. System nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schaltung einen zwischen dem Stapel und dem Verbraucher angeordneten Schalter (29) aufweist.  
 13. System nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schaltung eine Steuereinrichtung (16) aufweist, die die zweite Schaltung zur Steuerung des Betriebs des Stapels verwendet.  
 14. System nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Schaltung eine Schaltung zur Überwachung einer Kenngröße des Stapels umfaßt.  
 15. System nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Schaltung eine Zellenspannungsüberwachungsschaltung (18) umfaßt.  
 16. System nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktant einen Brennstoff enthält.  
 17. System nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Reaktant Wasserstoff enthält.  
 18. System nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schaltung eine Steuereinrichtung (16) aufweist, die während der Stromaufnahme durch den Stapel den Betrieb des Stapels in Abhängigkeit von einem von der zweiten Schaltung zur Verfügung gestellten Signal regelt, und das Signal nach der Stromunterbrechung ignoriert.  
 19. System nach einem der Ansprüche 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß eine Spannungsaufbereitungsschaltung (41) zum Empfang einer Gleichspannung von dem Stapel und zum Liefern einer Wechselspannung an den Verbraucher (50) vorgesehen ist, wobei die erste Schaltung die Spannungsaufbereitungsschaltung (41) von dem Stapel (20) entkoppelt, um den Verbraucher von dem Stapel zu entkoppeln.  
 20. System nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsaufbereitungsschaltung (41) einen Wechselrichter (30) enthält.  
 21. System nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsaufbereitungsschaltung (41) einen Spannungsregler (28) enthält.  
 22. Brennstoffzellenanordnung, mit einem Brennstoffzellensubsystem zur Energieerzeugung für einen Verbraucher (50) in Abhängigkeit von der Aufnahme eines Reaktantenstroms;  
 einer mit dem Brennstoffzellensubsystem gekoppelten ersten Schaltung, um den Strom zu dem Brennstoffzellensubsystem zu unterbrechen und das Brennstoffzellensubsystem nach der Stromunterbrechung von dem Verbraucher zu entkoppeln; und  
 mit einer zweiten Schaltung zum Überwachen einer Kenngröße des Brennstoffzellensubsystems, die Ener-

gie von dem Subsystem empfängt, um während der Stromunterbrechung einen Teil des Reaktanten zu verbrauchen, der in dem Subsystem zurückbleibt.

23. Anordnung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schaltung einen zwischen dem Subsystem und dem Verbraucher angeordneten Schalter (29) aufweist.

24. Anordnung nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schaltung eine Steuereinrichtung (16) aufweist, die die zweite Schaltung zur Steuerung des Betriebs des Subsystems verwendet.

25. Anordnung nach einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Schaltung eine Zellenspannungsüberwachungsschaltung (18) umfaßt.

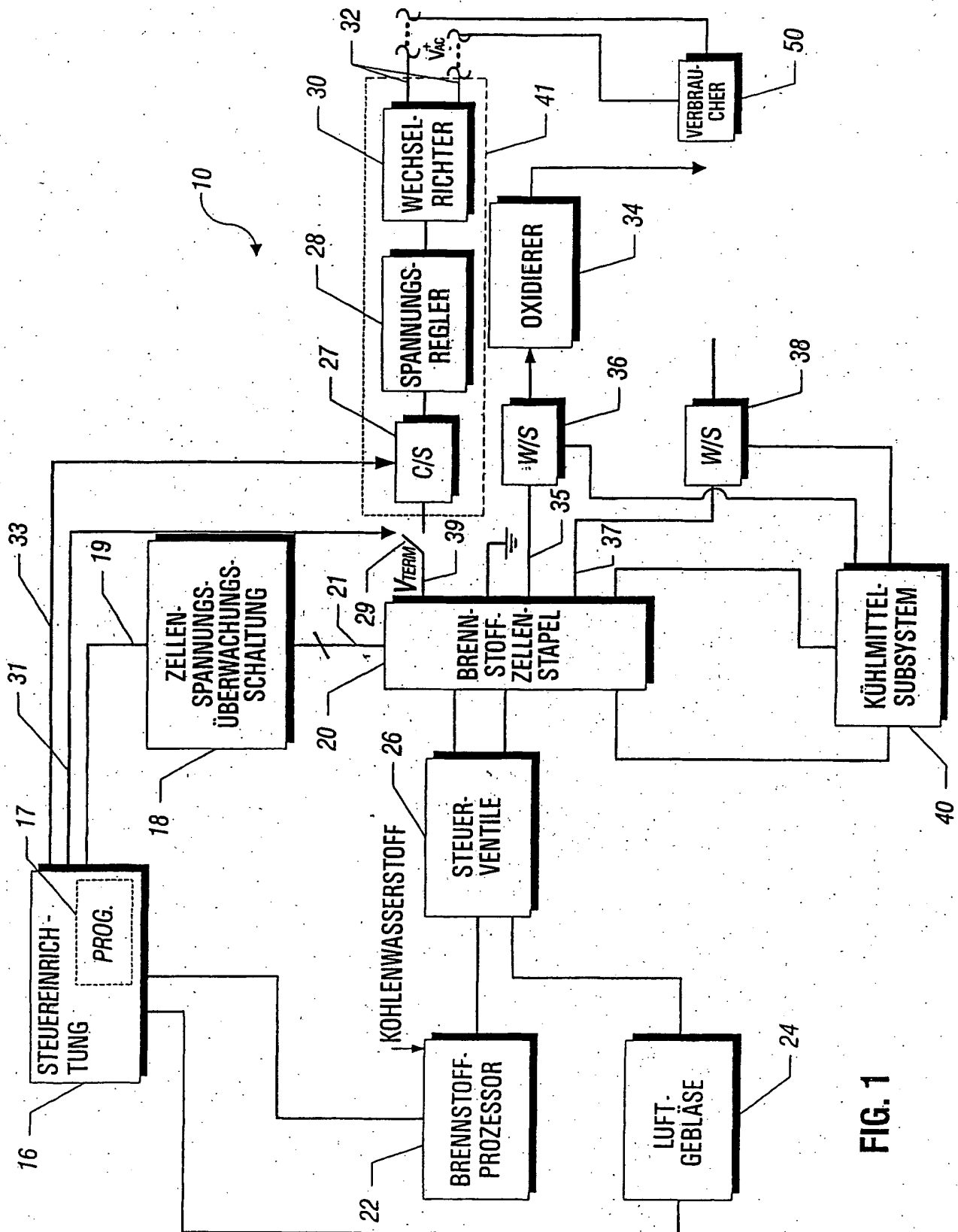
26. Anordnung nach einem der Ansprüche 22 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Schaltung eine Steuereinrichtung (16) aufweist, um während der Stromaufnahme durch das Subsystem den Betrieb des Subsystems in Abhängigkeit von einem von der zweiten Schaltung gelieferten Signal zu regeln und das Signal nach der Stromunterbrechung zu ignorieren.

27. Anordnung nach einem der Ansprüche 22 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß eine Spannungsaufbereitungsschaltung (41) vorgesehen ist, um eine Gleichspannung von dem Subsystem zu empfangen und dem Verbraucher (50) eine Wechselspannung zu liefern, wobei die erste Schaltung die Spannungsaufbereitungsschaltung (41) von dem Subsystem entkoppelt, um den Verbraucher (50) von dem Subsystem zu entkoppeln.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---



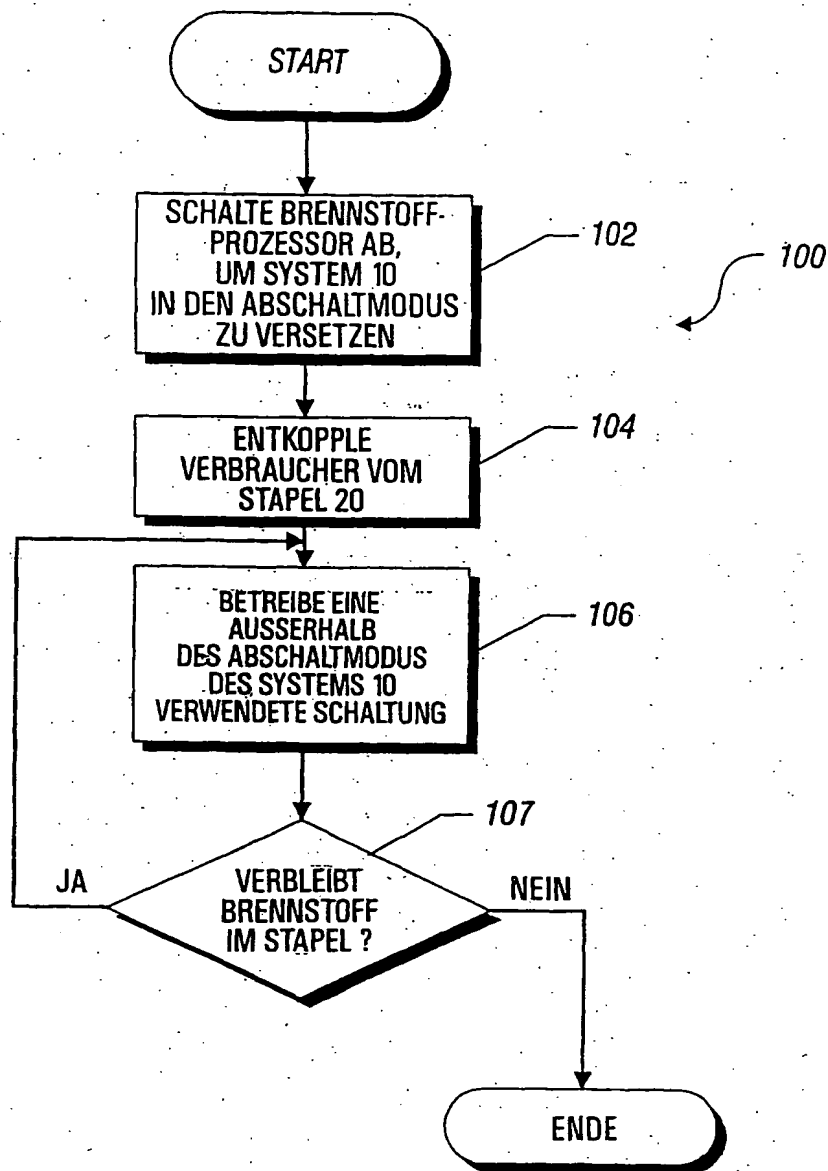


FIG. 2

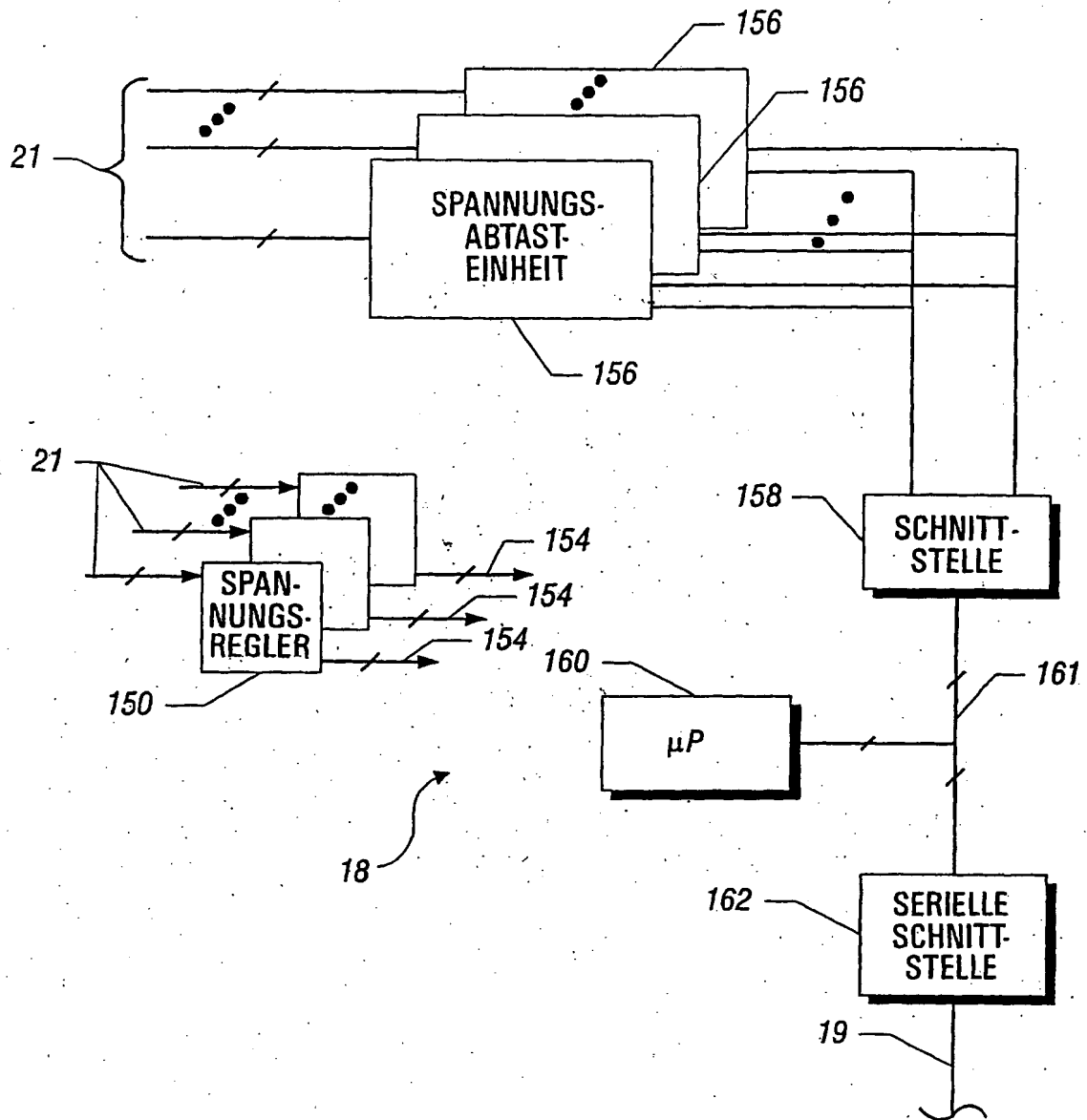


FIG. 3